三河湾ヨット転覆事故検証報告

2021年8月30日
日本セーリング連盟技術委員会
角　晴彦

２０２１年４月に三河湾で起きたセールボート転覆事故により、２人の命が奪われました。
本報告は、この事故の経緯を調査し、原因を可能な限り特定し、同じ悲劇を繰り返さないための最小限の提言を行うことを目的としています。

事故経緯：　2021年4月25日、三河湾にて、ヨットオーナー有志によるレースが行われた。

- 13時過ぎ、海陽ヨットハーバーの利用者がゴムボートでディンギーの練習を監視している際、転覆しているキールボートを発見。
- その頃、海陽ヨットハーバーで観測された風は、西北西平均8m/s前後、瞬間最大14m/s強というものであった。
- 波が立ち易い北西の風であったが、吹き上がりから時間が経っていないこともあり、波高0.5～1ｍであったと思われる。
- 発見者は、転覆艇に接近したが、転覆艇周辺にその乗員は確認できず、船底を叩いてもみたが、反応はなかった。
  そして、海陽ヨットハーバーの事務所に連絡して、転覆艇の発見を伝えた。
- 13：50、転覆艇発見の連絡を受け、海陽ヨットハーバーの救助艇が出艇し、現場に向かった。
  14時過ぎ、救助艇は転覆艇を発見し、海上保安庁に連絡、転覆艇の船検番号を確認報告した後、保安庁が現場につくまで転覆艇の近くで待機、１６時頃、保安庁が転覆艇を確認した後、帰港した。
- 事故艇はラグナマリーナ保管艇であることが判り、ラグナマリーナの救助艇も出艇し、周辺海域を捜索、事故艇からかなり離れた（３㎞？）海上で、意識不明の男性スキッパーを発見した。
- ラグナマリーナの救助艇は、スキッパーの男性を引き上げ、病院に搬送すべく、15時頃マリーナへ戻った。
- 16時過ぎ、保安庁のダイバーが、反転した状態の事故艇の船内（コクピット）を捜索し、意識不明の女性クルー1名を発見し、救出した。
- 事故艇は発見時は反転した状態で安定し、アンカーラインが流れアンカーが効いていたが、風の吹きあがりと波高も上がりだしたことから走錨しだしたため、ラグナマリーナ救助艇により事故艇のマリーナへの回航を試みるもうまくいかず、三河海上保安署のダイバーにより曳航策が取り付けられ曳航を開始したが、途中で曳航策が断裂。
  すでに暗くなっていた為、2次被害を防ぐため回航を断念した。
- 翌日、流された事故艇が、三河湾の最東岸である豊橋市神野新田護岸に設置されている消波ブロックに漂着しているのが確認され、船体は大きく破損していた。
- 乗員2名は、25日の内に、病院にて死亡が確認された。

事故水域

レース: 蒲郡市にあるラグナマリーナの保管艇オーナー有志達によりレースが定期的に行われていた。

- この有志の集まりは、ラグナマリーナヨットクラブとは異なり、明確な組織的活動を行っていなかった。
- 定期的に行われていたレースも、レースとしての体裁は整っておらず、運営艇やサポート艇は用意していなかった。
- 帆走指示書や艇長会議はあったと考えられるが、参加艇の安全確保は、通常の個人的なクルージング等と同等の考え方で、参加者各自の責任に帰するということになる。
- 事故当日のレースには、15艇程の参加があり、事故艇は参加艇中最小サイズ（全長も排水量も）であったと思われる。
- レースは、ラグナマリーナの南に位置する大塚海浜ラグーナビーチ南西端に突き出る海陽町突堤先端と、西方向の陸地にある目印とを結ぶ線をスタートラインとし、三河大島の南3マイル程に位置する海況自動観測ブイを回航して戻ってくるというコースだった。
- スタートは12：00で、フィニッシュは、参加艇各自がスタートラインと同じ見通し線を横切った時刻を申告するというものであった。
- フィニッシュした参加艇は、そのまま帰港した。
- 参加艇はサイズが多岐に渡っており、最小の事故艇17フィートから、30フィートオーバーまでが同時にスタートし、10マイル弱のソーセージコースを走るというものであった。
- 参加艇間の性能差が大きなフリートゆえ、スタート後に互いの距離が離れ、広い範囲に散らばるであろうことが想像できた。

蒲郡
平坂街道
三谷町
愛知県立蒲郡東高
タカラ自動車学校
蒲郡市竹島水族館
三河三谷
豊川市立御津中
三河大塚
小田渕
愛知御津
東海道本線
ラグーナテンボス
海陽町
学校法人海陽学園
海陽中等教育学校
東海道新幹線
伊奈
小坂井御津IC
西小坂井
風速（12：00～13：00）：
平均7m/s、最大瞬間14.5m/s
風
海陽ヨットハーバー
ラグナマリーナ
スタート海面
豊橋市立前芝中
前芝IC
転覆水域
豊橋市立吉田方中
豊橋市民病院
豊川橋南IC
豊橋市総合体育館
事故艇漂着地点
牟呂町
神野新田町
神野新田IC
1 nm

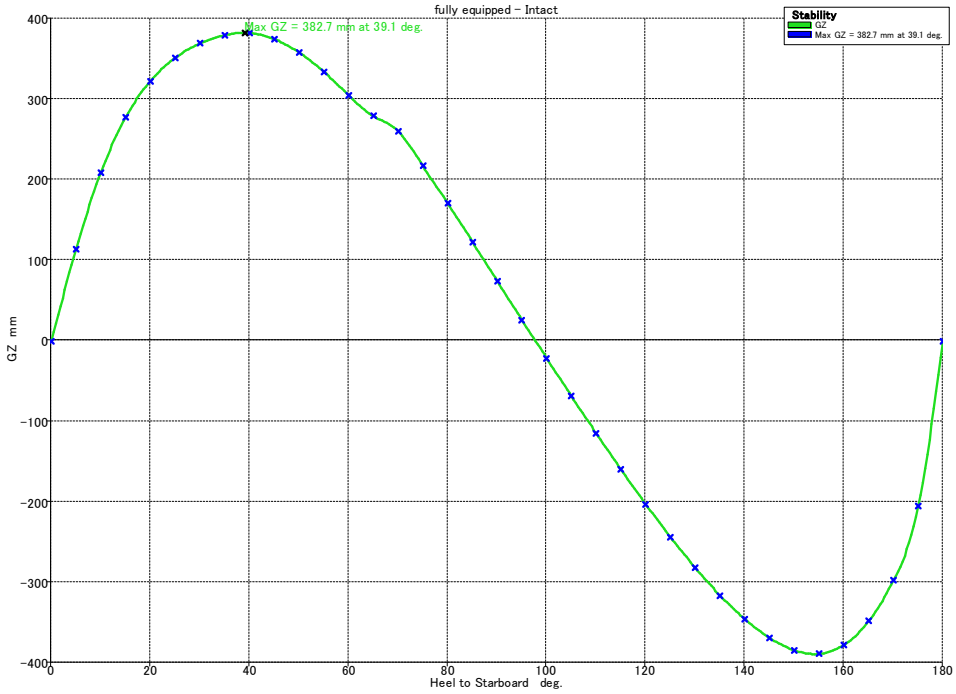
事故水域詳細

事故艇:　事故艇の諸元は下の通り。

諸元			
全長	4.96m	船体重量（バラスト含む）	320kg
水線長	4.80m	バラストキール重量	100kg
全幅	1.88m	セイル面積	13.00㎡
喫水（キールダウン）	1.10m	推奨船外機馬力	4 ps
喫水（キールアップ）	0.37m	定員	6 名

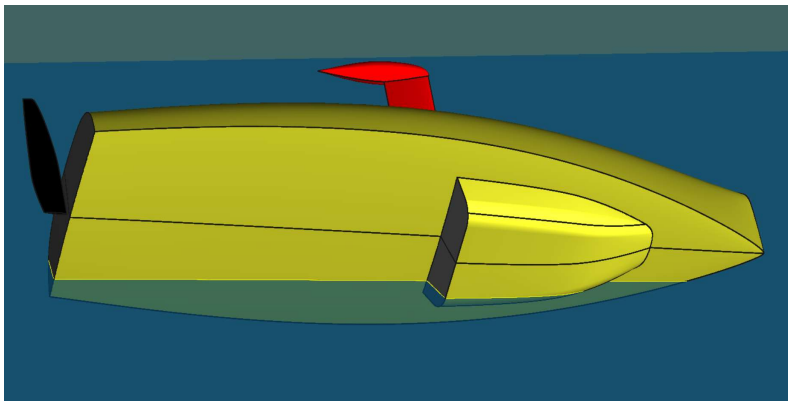
- 事故艇は17フィートの量産艇で、全長５ｍ弱、リフティング式のキールに100kgのバルブを備えており、船体重量は320kgとなっている。
- 船体に浮力体を持ち、船内が冠水しても沈まない不沈構造である。
- キールバラストにコーチルーフ、さらに船外機（推奨４ps）を備えるので、タイプとしてはディンギーよりもクルーザーに近いと考えられている。
  しかし、船体形状は軽排水量型でフリーボードも低く、広いコクピットを備え、ディンギータイプと言える。
- コーチルーフの下は居住空間ではなく、大きなストレージといったもので、コクピットの床がバウまで続いている構造である。
- 軽排水量型の船型は、相対的に幅広で薄べったい形状となり、乗員のハイクアウトでボートのヒールを抑えることが必要で、事故艇もその部類に属すと考えられる。
  また、デッキの形状も平らで、コーチルーフの後面は解放されており、ロールオーバーして横倒してからさらにヒールが大きくなった状態でデッキが水面下になると、ヒールを起こそうとする力は失われ、一気に反転状態となり安定すると考えられる。
- ディンギータイプとしての17フィート、320kgというサイズは、荒天時にも安定すると期待できるが、ある限界を超えるような外力に対して、それを抑え込むために乗り手の技量がより一層求められる。
- メインセールにはリーフ機能が付き、ワンアクションで素早くリーフすることが可能である。
- バルブキールの重量100kgは、船体重量320kgの3割を超えており、スタビリティーに大きく寄与していると思われるが、キールバラスト艇の部類として小型であることが、相対的に大きな外力に対しての耐航性を制限してしまう。
- ディンギーは、乗員の重量配置（移動）がボートのスタビリティーに大きく関わるのに対し、キールバラスト艇は、水面下の重量（バラスト）がボート固有のスタビリティーをもたらしてくれる。
  事故艇のスタビリティーは、ディンギー的要素と、キールバラスト艇的要素を兼ね備えたものと言えるが、外力が大きくなればなるほど、ディンギー的要素によるスタビリティーの確保が重要になる。
- 事故艇の実際のスタビリティー特性は不明であるが、諸元から推測したモデルを作り、シミュレーションを行った結果が次ページのグラフで、復原力消失角ヒール時の艇の状態も示す。

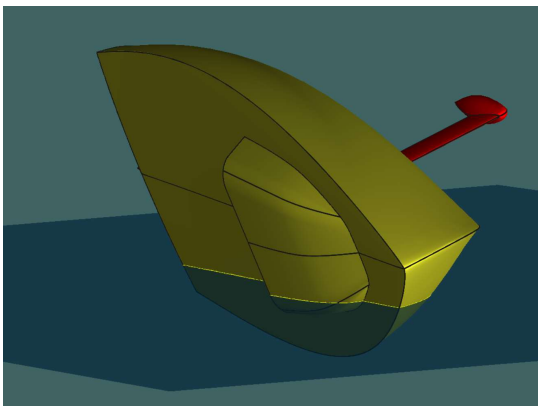
参考スタビリティーカーブ　*事故艇とは異なる



事故艇に近い諸元を持つモデル
*事故艇とは異なる

復原力消失角時の状態　*事故艇とは異なる





事故艇に近い諸元を持つモデル　*事故艇とは異なる

乗員:　　艇の所有者である50代の男性と女性の2名が乗船していた。

- セーリング歴他セーリング技術に関する詳細は不明。
- 当日の乗員の服装は、詳細は不明であるが、海水に何時間も浸かっても耐えられるような、ヘビーデューティーなものではなかったと推測される。
- 2名共、ライフジャケットは着用していたが、ウエストポーチタイプのものであった。

気象海象：

風向風速記録								
海陽ヨットハーバー			2021年4月25日					
時刻	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時
平均風速	6.04	7.57	7.17	7.35	7.95	8.82	9.04	8.61
平均風向	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW
最大瞬間風速	11.52	15.11	12.45	14.41	14.78	14.46	16.01	18.18
最大時風向	W	WNW	WNW	W	W	WNW	WNW	WNW

レース　　事故艇
スタート　　発見

- 風向は、午前中の段階で、西北西となり終日その方向でほぼ安定していたことが、海陽ヨットハーバーの記録から判っている。
- 風速は、同じく海陽ヨットハーバーの記録によると、午前9時の平均6m/ｓから徐々に増して行き、12時に7m/s台前半、13時には8m/sに達し、15時には9m/sを超えた。
  しかし、瞬間最大風速に関しては、9時台で12m/s、12時台で14m/sオーバー、15時台では、16m/sに達している。
- 一方、レースのマークとして使われた、三河湾海況自動観測1号ブイのデータによると、9時の時点で、平均4.7m/s、12時で8.6m/s、15時で10.0m/sを記録している。
  観測ブイのデータが、午後に入ってからは、陸の海陽ヨットハーバーの記録よりも高い数字を示していることから、レース海面上の午後の風は、少なくとも海陽ヨットハーバーの記録と同等かそれを上回る風速があったものと予想される。
- 波に関しては、三河湾という地理的要因により、うねりのような波長の長い波は立たず、限られた距離を強い風が吹くことによる風波であると考えられる。
  水深が浅い（最大でも10m程）ことも、波長の長い波が立ち難い要因となっている。
- 三河湾が東西に長い形状をしており、蒲郡沖が三河湾の東端に位置していることから、西風の時に比較的大きな波が立つことは予想されるが、事故当時の報道写真等を見ても、波高１ｍを超えるほどの波は立っていないのではないかと推測できる。
- 水温は、同じく三河湾海況自動観測1号ブイのデータを参考にすると、表層（水深0.5ｍ）の水温が、午前9時から17時の記録で、16°C台後半が一様に記録されており、大きな変化は見られない。
  観測ブイと事故現場では、3海里以上距離が離れているが、三河湾の比較的閉じた水域内で大きな水温の変化があるとは考えにくいので、この観測ブイの水温が、事故水域にも分布していたと考えられる。

三河湾海況自動観測ブイ情報

愛知県水産試験場

1号ブイ　データ一覧

2021 年 4 月 25 日 表示

日付	2021年04月25日																
項目	水温	塩分	ｸﾛﾛﾌｨﾙ	濁度	DO	流向	流速	水温	塩分	ｸﾛﾛﾌｨﾙ	濁度	DO	流向	流速	気温	風向	風速
観測層	0.5m	0.5m	0.5m	0.5m	0.5m	1.5m	1.5m	B-1m	B-1m	B-1m	B-1m	B-1m	B-1m	B-1m			
単位	[℃]	[-]	[ppb]	[FTU]	[%]	[-]	[m/s]	[℃]	[-]	[ppb]	[FTU]	[%]	[-]	[m/s]	[℃]	[-]	[m/s]
00:00	16.40	27.68	2.5	0.82	119.1	SE	0.062	15.61	32.60	2.5	2.90	80.2	SW	0.006	14.3	ENE	4.2
01:00	16.33	27.74	2.9	0.71	119.0	N	0.012	15.64	32.62	2.4	2.52	80.3	NE	0.107	14.0	E	4.7
02:00	16.28	27.86	2.5	0.61	117.4	NE	0.051	15.68	32.68	2.3	2.54	79.8	N	0.050	13.8	ENE	4.8
03:00	16.23	27.91	2.6	0.74	116.6	WNW	0.048	15.72	32.73	2.2	2.49	79.9	NNE	0.151	13.8	ENE	5.0
04:00	16.20	27.31	2.5	0.73	116.5	W	0.119	15.74	32.75	1.7	2.33	80.1	ENE	0.051	13.6	ENE	4.4
05:00	16.29	26.96	2.7	0.80	116.6	W	0.154	15.74	32.75	1.9	3.01	79.8	N	0.020	13.3	ENE	3.8
06:00	16.26	26.64	2.9	0.94	116.8	W	0.186	15.72	32.73	1.4	2.26	80.0	WNW	0.098	13.9	N	1.8
07:00	16.40	26.05	3.0	1.00	117.0	W	0.197	15.68	32.67	1.4	2.12	79.1	W	0.104	14.0	N	3.1
08:00	16.51	26.14	2.7	1.07	116.5	W	0.144	15.65	32.60	1.3	2.38	78.2	SW	0.070	14.8	NW	4.1
09:00	16.66	26.42	1.7	0.94	118.2	WSW	0.137	15.62	32.54	1.3	2.52	77.6	WSW	0.053	15.8	WNW	4.7
10:00	16.82	26.51	1.8	0.70	120.7	SSW	0.043	15.61	32.52	1.5	2.84	77.9	SSE	0.063	17.6	NW	5.7
11:00	16.87	26.73	1.7	0.82	122.9	SE	0.187	15.61	32.51	1.3	2.28	78.2	SSE	0.041	17.1	WNW	8.0
12:00	16.90	27.27	1.8	0.97	123.1	ESE	0.284	15.61	32.50	1.6	3.18	78.1	WSW	0.031	17.5	WNW	8.6
13:00	16.80	28.20	1.9	1.06	122.4	E	0.274	15.62	32.52	1.6	2.47	78.9	N	0.036	18.0	WNW	9.7
14:00	16.71	28.80	1.6	0.61	121.0	E	0.264	15.59	32.48	2.2	2.65	78.8	NNW	0.137	18.4	WNW	8.9
15:00	16.61	29.16	1.7	0.90	118.7	ESE	0.260	15.58	32.49	1.7	3.74	75.9	NW	0.180	18.5	WNW	10.0
16:00	16.54	29.51	1.7	1.08	115.2	ESE	0.284	15.56	32.44	1.7	3.25	75.4	NW	0.271	18.5	NW	10.4
17:00	16.38	29.93	1.7	0.78	112.4	SE	0.175	15.53	32.30	1.6	3.21	75.8	WNW	0.234	17.9	NW	8.9
18:00	16.29	30.01	2.4	1.17	110.3	S	0.074	15.50	32.15	1.7	3.44	76.4	WNW	0.160	17.3	NNW	12.1

考察と提言: どのような状況で転覆に至ったのか、そしてどうして2名が命を落としたのか、以下は推測である：

- レーススタート後、クローズホールドからクローズリーチのスターボードタックでマークに向かう必要があるが、風は平均で7m/sを超え始めている。
- 平均7m/sはすでに当該艇にはオーバーパワーなので、上りセーリングを行う上で、なんらかのデパワーリングをしながらヒールを抑えて走らせる必要があったであろう。まして、14m/sのブローを受けた場合、ボートを安全にコントロールするには、２名の乗員が、体重移動、シート操作、ラダー操作を適切にタイミングよく行うことが求められる。
- この時点で転覆する可能性があるとすれば、突風による突然のヒール増に対し、シートのリリースが間に合わず、オーバーヒールとなり、その衝撃で乗員が風下側のデッキ、もしくは海面、もしくはブームかメインセール上に転落し、ボートがそのまま横倒、さらに乗員が風下側にいることにより、キールバラストによる復原力も間に合わず、反転状態に至った等が考えられる。
- 安全なセーリングが続けられない場合は、セーリングを諦めて、ヒーブツーや単にシバリングしてボートを止めることが考えられる。
  14m/sのブローの中シバリングする場合、乗員が風上に位置してハイクアウトすれば、辛うじて耐えることができるだろう。
  当該艇の場合、バラストキールによるスタビリティーにより、ボートを止めている状態での安定性は比較的高いと思われる。
  ただし、乗員が何らかの作業で立ち上がるような状況、例えば、船外機を操作しようとして、落水してしまうことは考えられる。

- レース続行が危険と感じ、退避行動として帰港を考えたとしたら、アビームからブロードリーチのセーリング角度で戻ることになる。
  この角度のセーリングで難しいのは、ブローを受けた際に波の影響が重なると、ボートが急激にヒールし、ラダー操作を誤ると、そのままブローチングに至ってしまうということ。
  ブローチングの状態から転覆に至ることは、乗員が転落するようなことが起きない限り、キールバラスト艇の場合には考え難いが、ブローチングから復帰したり、ベアリング動作で風下に大きく方向転換をした時に、ボートが逆ヒールし、セールと乗員が風上側にある状態で、そのまま風上側に転覆してしまうことがある。
- あまりにも外力が大きく、ボートのコントロールに支障を来すのであれば、セール面積を小さくすることが有効で、メインをリーフするか、ジブのみでもボートを安全にコントロールしながらセーリングすることが可能だ。
  事故艇は、転覆して発見された時、セールはホイストされたままだったが、メインのリーフが行われていたかどうかは不明。
- 事故艇は発見時、アンカーが打たれた状態であったが、これは転覆し反転した際にコクピットに保管されていたアンカーが水中に落下したことによるものと推測される。
  しかし、アンカーが船内ストレージに収納されていた場合など、水中に落ちてしまうことは考えにくいので、乗員が緊急事態の対処として投錨を行ない、例えば、セールを下ろす作業中にバランスを失い転覆、落水、という可能性もある。
- 乗員の1名がボートから離れてしまった原因は判らないが、水温が17°Cを切る海水で、仮に2時間だとしても、低体温症に陥る可能性がある。
  また、落水した時、もしくは漂流中に、何らかの要因で多量の海水が肺に侵入し、低酸素症に陥ったとも考えられる。
- 女性の乗員は、転覆し反転したボートのコクピットで発見されたが、このような状況に至ったのは、転覆の過程が急激過ぎて、反転する前に船外に身を確保することができなかったからと考えられる。
  また、船内に閉じ込められた状態から脱出することは、訓練を受けていない人にとって、非常に難しいことである。
  真っ暗で狭い空間、空気を吸うことはできず、波で大きく揺れている船体、シート類やセールが体のまとわりつき、ライフジャケットの浮力が邪魔をして、パニックに陥った状態で潜水して船外に脱出することは、ほとんど不可能に近いであろう。
- 事故艇がどのような状況で、どのタイミングで転覆したのかは不明だが、レースのスタート後しばらくして、参加艇が散らばってしまってから事故は起きたと推測できる。
- 人命を奪う結果となった直接の要因は次の2点と考えられる。
  ・乗員１名がボートから離れた
  ・乗員１名が反転したボート内に閉じ込められた
  つまり、転覆してしまった場合、大切なのは、乗員はボートを離れないことだ。
  特に当該艇の場合、不沈構造を有し沈むことがないので、ボートにしがみついていれば、救助を待つことができる。
  水温が低く、低体温症の危険がある今回のような場合は、船底によじ登り、キールにつかまって耐えることが必要であった。

・ 反転して安定してしまう危険があるので、船内に閉じ込められることをどうにかして避ける必要もある。
・ 船内（コクピット）に閉じ込められてしまった場合は、できるだけ早い時期に、自力で潜って外に出ることが必要だ。
・ こうした行動を取れるようになるためには、ボートの特性を知り、最悪の事態を想定したイメージトレーニングが必要で、その想定を超えるような状況になる前に退避行動を取るべきだろう。
・ レースでもクルージングでも、事故が起きた時に、どのように自分の身の安全を確保できるのかを知っておかなければならない。
  ・レースの運営者は、参加者の安全確保のために何をするのか。
  ・救助艇はいるのか。
  ・救助を要請する手段はあるのか。
  ・参加艇同士での救助は期待できるのか。
  ・外部からの助けが期待できない場合、自力で対応できる限界は何か。
・ キールボートが転覆するということを認識していなければならない。
  J24などでも、実際に転覆し水没した例が数多くある。
・ ライフジャケットは装着者の浮力を補助するだけのものであり、それ以上のものではないということを認識していなければならない。
・ 事故が起きないようにすることと、事故が起きた時のどのように対処するのかということを２本立てで考える必要がある。
  往々にしてディンギーのレースは、事故に対処するための外部サポートを充実させ、救助体制を整えることが重要視されるが、クルーザーレースは、参加艇自らの対応を重視する傾向にある。
  これは、ディンギーとクルーザーの特性の違いによるものだ。
  今回の悲劇は、当該艇が、両者の特性の中間的な位置付けにあったことも、事故発生要因の一つであると思われる。

おわりに： 事故への対処とは、それを未然に防ぐのも、起きた時に適切に対応するのも、正しい情報と経験から学んだ知識を基に、科学的に方策を組み立ててゆく行為ですので、本報告書が、悲惨な事故の真相をほんの少しでも解明できる手助けになれば幸いです。
また、同じ悲劇を繰り返さないために、何をするべきかを議論するきっかけになることを願います。

追記： 本報告書を作成する上で、協力をいただいた皆様に感謝の意を表します。特に、ラグナマリーナ・ハーバーマスター岩永和義様、そして海陽ヨットハーバー所長杉浦啓泰様はじめスタッフの方々には、貴重な情報を提供いただきました、ありがとうございます。
そして最後に、お亡くなりになったお二方に、心から哀悼の意を捧げます。